



Выращивание растений сои методом гидропоники

© 2023. В. Т. Синеговская✉, М. О. Синеговский

ФГБНУ Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт сои», г. Благовещенск, Российская Федерация

Получение урожая сои в искусственных условиях возможно при разработке приемов, обеспечивающих высокий уровень минерального питания и хорошую освещенность как светолюбивой культуре. В этой связи в задачи исследований входило подбор оптимального субстрата и минерального раствора с соотношением элементов питания, соответствующим биологическим особенностям сои, при обеспечении уровня освещенности растений для активного протекания фотосинтеза и формирования репродуктивных органов при выращивании скороспелого сорта сои Сентябринка. Исследования проводили в лабораторных опытах в 2019-2020 гг. при выращивании растений на гидропонных установках ПГС 2-3. Для условий питания изучено 3 минеральных раствора с различным содержанием элементов питания на двух видах субстрата: верховой торф и минеральная вата в виде кубиков. Для освещения растений использовали лампы люминесцентные OSRAM 36 Вт с контролем интенсивности освещения растений люксметром. Для скороспелого сорта Сентябринка использован уровень освещенности 19 тыс. люкс с продолжительностью светового дня 14 часов, что обеспечило активный рост, развитие и плодоношение растений сои с продуктивностью семян 0,88 г/растение и периодом вегетации 87 дней. Подобран питательный раствор с содержанием минеральных элементов $N_{158}P_{25}K_{179}Ca_{120}Mg_{49}$ мг/л и оптимальный субстрат – кубики из минеральной ваты. Применение минеральной ваты и питательного раствора $N_{200}P_{120}K_{200}Ca_{280}Mg_{50}$ мг/л увеличило у сои количество бобов на 3 шт./раст. по сравнению с выращиванием на торфе, что привело к увеличению вегетационного периода на 3 дня по сравнению с вариантом, где использовали раствор $N_{158}P_{25}K_{179}Ca_{120}Mg_{49}$ мг/л.

Ключевые слова: продуктивность, рост и развитие, минеральное питание, освещенность, семена, соя

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт сои» (тема № 0548-2019-0009).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Синеговская В. Т., Синеговский М. О. Выращивание растений сои методом гидропоники. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2023;24(2):194-200. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.2.194-200>

Поступила: 29.01.2023

Принята к публикации: 13.03.2023

Опубликована онлайн: 25.04.2023

Growing soybean plants by hydroponic method

© 2023. Valentina T. Sinegovskaya✉, Mikhail O. Sinegovskii

Federal Research Center All-Russian Scientific Research Institute of Soybeans, Blagoveshchensk, Russian Federation

Obtaining soybean yield under artificial conditions is possible when developing techniques that provide a high level of mineral nutrition and good illumination, as it is a light demanding crop. In this regard, the objectives of the research included the selection of optimal nutrient substrate and a mineral solution with a ratio of nutrients corresponding to the biological characteristics of soybeans, ensuring the level of illumination of plants for the active flow of photosynthesis and the formation of reproductive organs when growing an early maturing soybean variety Sentyabrinka. The research was carried out in laboratory experiments in 2019-2020 when growing plants on hydroponic installations PGS 2-3. For nutritional conditions, 3 nutrient solutions with different ratios of elements in solution were studied on two types of substrate: high-moor peat and mineral wadding in the form of cubes. To illuminate the plants, OSRAM 36 W fluorescent lamps were used with the intensity of plant illumination controlled by a light meter. For the early maturing variety Sentyabrinka, an illumination level of 19 thousand lux with a day length of 14 hours was used, which ensured active growth, development and fructification of soybean plants with a seed productivity of 0.88 g/plant and a vegetation period of 87 days. A nutrient solution with a content of mineral elements $N_{158}P_{25}K_{179}Ca_{120}Mg_{49}$ mg/l and an optimal sub-stratum - mineral wadding cubes were selected. The use of mineral wadding and nutrient solution $N_{200}P_{120}K_{200}Ca_{280}Mg_{50}$ mg/l increased the number of beans in soybean plants by 3 pcs/plant compared with growing on peat, which led to an increase in the growing season by 3 days compared to the variant where a solution of $N_{158}P_{25}K_{179}Ca_{120}Mg_{49}$ mg/l was used.

Keywords: productivity, growth and development, mineral nutrition, illumination, seeds, soybeans

Acknowledgments: the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of the Federal Research Center "All-Russian Scientific Research Institute of Soybeans" (theme No. 0548-2019-0009).

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Conflict of Interest: the authors have declared no conflict of interest.

For citation: Sinegovskaya V. T., Sinegovskii M. O. Growing soybean plants by hydroponic method. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2023;24(2):194-200. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.2.194-200>

Received: 29.01.2023

Accepted for publication: 13.03.2023

Published online: 25.04.2023

Получение нескольких урожаев в год возможно в искусственных условиях при использовании гидропонных установок. Соя – светолюбивая культура короткого светового дня, которая может выращиваться в условиях искусственного освещения при 7-8 тыс. люкс [1]. Для оптимального роста и развития растений влажность почвы должна находиться в пределах 60-80 % ППВ, что в дальнейшем положительно сказывается на урожайности семян [2, 3]. Растения сои хорошо переносят повышенную влажность почвы, при этом увеличивается не только вегетативная масса, но и урожайность семян [4, 5]. Эта особенность позволяет выращивать культуру в условиях гидропоники с получением полноценных семян [6]. Многочисленными опытами доказана также высокая отзывчивость сои на внесение минеральных удобрений [7, 8], которое можно регулировать с помощью некорневых подкормок [9, 10]. У растений отмечается более интенсивный рост и развитие, увеличивается урожайность семян. Основываясь на проведенных ранее исследованиях, считаем, что сою можно выращивать в условиях искусственного климата на гидропонных установках, но для этого необходимо разработать приемы, позволяющие получать полноценные семена.

Цель исследований – подобрать оптимальный субстрат и минеральный раствор с соотношением элементов питания, соответствующим биологическим особенностям сои, обеспечить уровень освещенности растений для протекания фотосинтеза и получения полноценных семян при ее выращивании на гидропонных установках.

Новизна исследований – подобран оптимальный субстрат и питательный раствор для выращивания скороспелого сорта сои методом гидропоники с получением полноценных семян.

Материал и методы. Исследования проводили в 2019-2020 гг. в лабораторных условиях ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои на гидропонной установке ПГС 2-3. Объект исследований – сорт сои Сентябринка, скороспелый (87-99 дней), индетерминантного типа роста с содержанием белка в семенах до 43,8 % и потенциальной урожайностью 2,64 т/га. Сорт

характеризуется образованием 2-3 ветвей, растения устойчивы к переувлажнению, грибным и бактериальным болезням¹.

Для определения уровня минерального питания тестировали 3 питательных раствора с различным соотношением элементов (табл. 1). Раствор №1 ($N_{140}P_{38,5}K_{190}Ca_{165}Mg_{30}$ мг/л) принят в качестве контроля, так как он является стандартным для выращивания всех салатных культур на гидропонике. Раствор №2 ($N_{158}P_{25}K_{179}Ca_{120}Mg_{49}$ мг/л) используется для выращивания овощных культур, раствор №3 ($N_{200}P_{120}K_{200}Ca_{280}Mg_{50}$ мг/л) – бобовых культур. Растворы №1 и №2 готовили в соответствии с методикой В. А. Чеснокова с соавт.², раствор №3 – по М. Бентли³. Опыт проводили методом водной культуры по методике З. И. Журбицкого⁴.

Все необходимые для питания вещества растения сои получали из искусственного питательного раствора. В качестве субстрата для выращивания растений сои использовали верховой торф, не заправленный удобрениями с добавлением перлита для улучшения пористости, и минеральную вату в виде кубиков. Для более равномерного насыщения волокон минеральной ваты проводили напитку кубиков питательным раствором за сутки до посева семян. Горшочки с торфом напитывали раствором непосредственно перед посевом. В горшочки с торфом объемом 0,09 л и кубики минеральной ваты объемом 0,64 л, размером 10×10 см высевали по два семени. После всходов оставляли по одному более сильному растению и в горшочке, и кубике. Плотность расстановки горшочков в начальный и последующий периоды роста сои составляла 15 см между растениями. Повторность в опыте 4-кратная, расположение растений систематическое, по 12 растений на кубиках минеральной ваты и в торфяных горшочках с тремя вариантами питательных растворов, общее количество наблюдаемых растений составило 24 штуки. Для обеспечения устойчивости растений в качестве опоры использовали бамбуковые палочки. Полив проводили методом подтопления питательным раствором, время полива растений определяли весовым способом по методике вегетационного метода М. Бентли⁵.

¹Фокина Е. М., Беляева Г. Н., Синеговский М. О., Синеговская В. Т., Клеткина О. О. Каталог сортов сои. Благовещенск: ООО ИПК «ОДЕОН», 2021. 69 с.

²Чесноков В. А., Базырина Е. Н., Бушуева Т. М., Ильинская Н. Л. Выращивание растений без почвы. Л., 1960. 169 с. URL: <http://www.ponics.ru/lib/chesnokov.pdf>

³Бентли М. Промышленная гидропоника. М., 1965. 819 с.

⁴Журбицкий З. И. Теория и практика вегетационного метода. М., 1968. 260 с.

⁵Бентли М. Указ. соч.

Таблица 1 – Состав изучаемых питательных растворов для выращивания растений сои на гидропонике /
Table 1 – The composition of the studied nutrient solutions for growing soybean plants in hydroponics

Удобрение / Fertilizer	Наименование питательного раствора / Name of nutrient solution		
	№1 для салатных культур (контроль) / №1 for salad crops (control)	№2 для овощных культур / №2 for vegetable crops	№3 для бобовых культур / №3 for leguminous crops
	Содержание элементов питания в растворе, мг/л / Content of nutrients in solution, mg/l		
	N ₁₄₀ P _{38,5} K ₁₉₀ Ca ₁₆₅ Mg ₃₀	N ₁₅₈ P ₂₅ K ₁₇₉ Ca ₁₂₀ Mg ₄₉	N ₂₀₀ P ₁₂₀ K ₂₀₀ Ca ₂₈₀ Mg ₅₀
	Соотношение элементов к N / The ratio of elements to N		
	1,0:0,28:1,36:1,18:0,21	1,0:0,16:0,13:0,76:0,31	1,0:0,60:1,0:1,4:0,25
	Содержание соли, г/л / Salt content, g/l		
Ca(NO ₃) ₂	1,00	0,50	1,65
KNO ₃	0,20	0,13	0,38
MgSO ₄	0,30	-	0,49
K ₂ SO ₄	0,20	0,28	0,33
KH ₂ PO ₄	0,20	0,13	0,53
Mg(NO ₃) ₂	-	0,50	-
NH ₄ NO ₃	-	0,04	-

Для освещения растений использовали лампы люминесцентные OSRAM 36 Вт, контроль интенсивности освещения растений проводили при помощи прибора люксметр. Освещенность составляла 19 тыс. люкс при условии расположения ламп над макушками растений на уровне 10 см, в среднем ярусе растений – на уровне 7 тыс. люкс. Продолжительность светового дня составляла 14 часов, при котором наблюдался активный рост и развитие растений, формирование бобов и получение семян сои. Ежедневно в течение всего периода вегетации проводили фенологические наблюдения за ростом и развитием растений с фазы «всходы» до полного созревания семян по методике В. Р. Фэр с соавт. (W. R. Fehr et al.) [11]. Рост и развитие растений сои изучали в динамике визуально с отметкой фенологических фаз. Статистическая обработка данных методом дисперсионного анализа проведена по Б. А. Доспехову⁶.

Результаты и их обсуждение. Вегетативный период у растений не зависел от состава минерального раствора. Различия по срокам наступления фаз роста и развития растений отмечены с фазы «цветение». В варианте с питательным раствором N₂₀₀P₁₂₀K₂₀₀Ca₂₈₀Mg₅₀

они зацвели на 4 дня позже, чем в контроле и варианте с соотношением элементов N₁₅₈P₂₅K₁₇₉Ca₁₂₀Mg₄₉ (табл. 2).

Фаза «начало образования бобов» в варианте N₂₀₀P₁₂₀K₂₀₀Ca₂₈₀Mg₅₀ опоздала на 7 дней, далее в течение всего периода выращивания растений сои наблюдалась задержка в наступлении фаз развития в среднем на 7 дней, чем у растений контрольного варианта и N₁₅₈P₂₅K₁₇₉Ca₁₂₀Mg₄₉. К моменту уборки фаза технической спелости наступила у растений в этом варианте опыта на 3 дня позже, что обусловлено увеличением дозы минерального питания.

В варианте с применением раствора N₁₅₈P₂₅K₁₇₉Ca₁₂₀Mg₄₉ у растений было сформировано большее количество бобов. Статистически значимое превышение относительно контроля составило 0,7 шт/раст. (18,9 %), по сравнению с раствором N₂₀₀P₁₂₀K₂₀₀Ca₂₈₀Mg₅₀ – 0,4 шт/раст. (10 %) при НСР₀₅ = 0,32 (рис. 1). Однако по количеству семян, сформированных на одном растении, тенденция к повышению этого показателя отмечена в варианте N₂₀₀P₁₂₀K₂₀₀Ca₂₈₀Mg₅₀ (НСР₀₅ = 0,57). Таким образом, количество семян на растениях не зависело от состава минерального раствора.

⁶Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

Таблица 2 – Влияние минерального питания на динамику фаз роста и развития растений сои сорта Сентябринка при выращивании на минеральной вате (среднее за 2019-2020 гг.) /

Table 2 – The influence of mineral nutrition on the dynamics of the growth and development phases of soybean plants of the Sentyabrinka variety when grown on mineral wadding, average for 2019-2020

Фаза роста и развития / Phase of growth and development	Наименование питательного раствора / Name of nutrient solution		
	№ 1 для салатных культур (контроль) / № 1 for salad crops (control)	№ 2 для овощных культур / №2 for vegetable crops	№ 3 для бобовых культур / №3 for legumes
	Содержание элементов питания в растворе, мг/л / Content of nutrients in solution, mg/l		
	N ₁₄₀ P _{38,5} K ₁₉₀ Ca ₁₆₅ Mg ₃₀	N ₁₅₈ P ₂₅ K ₁₇₉ Ca ₁₂₀ Mg ₄₉	N ₂₀₀ P ₁₂₀ K ₂₀₀ Ca ₂₈₀ Mg ₅₀
Всходы / Seedlings	22.06.	22.06.	22.06.
Бутонизация / Budding	10.07.	10.07.	10.07.
Массовое цветение / Mass flowering	13.07.	13.07.	17.07.
Начало образования бобов / Start of bean formation	17.07.	17.07.	24.07.
Налив бобов / Bean filling	24.07.	24.07.	29.07.
Налив семян / Seed filling	29.07.	29.07.	6.08.
Физиологическая спелость / Physiological maturity	29.08.	29.08.	6.09.
Техническая спелость / Technical maturity	16.09.	16.09.	19.09.
Продолжительность вегетационного периода, дни / Vegetation period duration, days	87	87	90

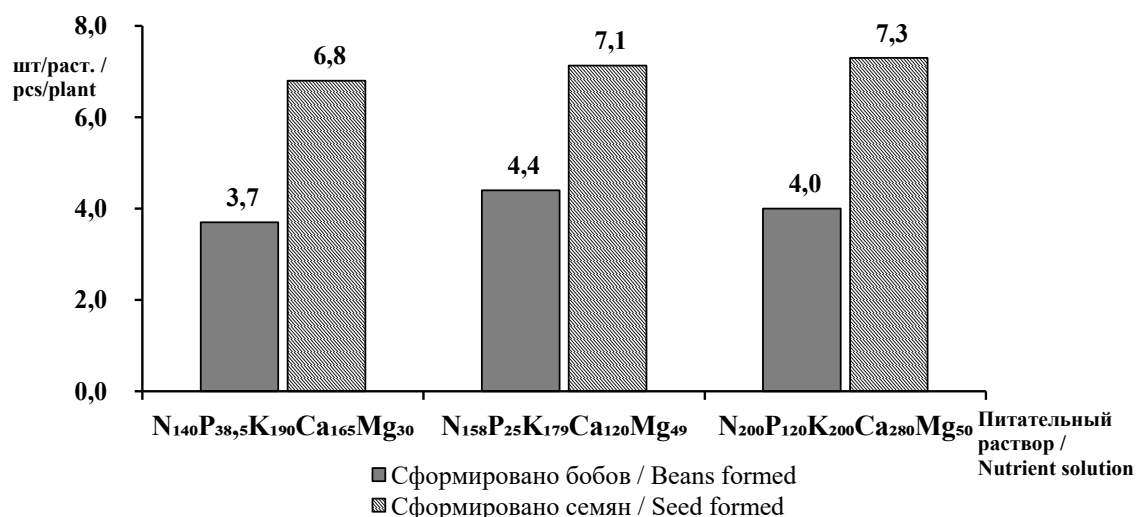


Рис. 1. Влияние питательного раствора на формирование бобов и семян у сорта сои Сентябринка при выращивании на минеральной вате, шт/растение /

Fig. 1. Influence of the nutrient solution on the formation of beans and seeds of the Sentyabrinka variety when grown on mineral wadding, pcs /plant

Увеличение концентрации элементов минерального питания в растворе способствовало повышению массы семян у растений. В варианте N₂₀₀P₁₂₀K₂₀₀Ca₂₈₀Mg₅₀ масса семян с одного растения превышала контроль на

0,09 г/раст. (13,2 %), с применением раствора N₁₅₈P₂₅K₁₇₉Ca₁₂₀Mg₄₉ – на 0,20 г/раст. (29,4 %) при НСР₀₅ = 0,08 (рис. 2). Следовательно, содержание элементов питания в растворе №2 в большей степени соответствовало физио-

логическим потребностям скороспелого сорта, что подтвердилось семенной продуктивностью растений.

Изучение питательных растворов на субстрате из минеральной ваты показало преимущество двух вариантов – $N_{158}P_{25}K_{179}Ca_{120}Mg_{49}$ и $N_{200}P_{120}K_{200}Ca_{280}Mg_{50}$ мг/л, поэтому сравни-

тельную оценку субстратов проводили с использованием только этих растворов. При выращивании растений с раствором $N_{158}P_{25}K_{179}Ca_{120}Mg_{49}$ мг/л как на торфе, так и минеральной вате было сформировано больше бобов, чем с $N_{200}P_{120}K_{200}Ca_{280}Mg_{50}$ мг/л (рис. 3).

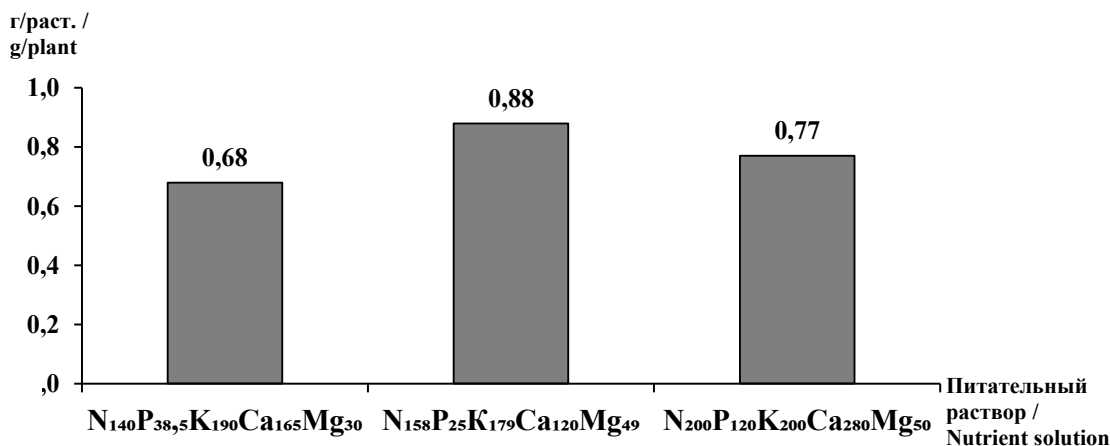


Рис. 2. Влияние состава питательного раствора на семенную продуктивность сои сорта Сентябринка при выращивании на минеральной вате, г/растение

Fig. 2. Influence of the composition of the nutrient solution on the seed productivity of soybean Sentyabrinka variety growing on mineral wadding, g/plant

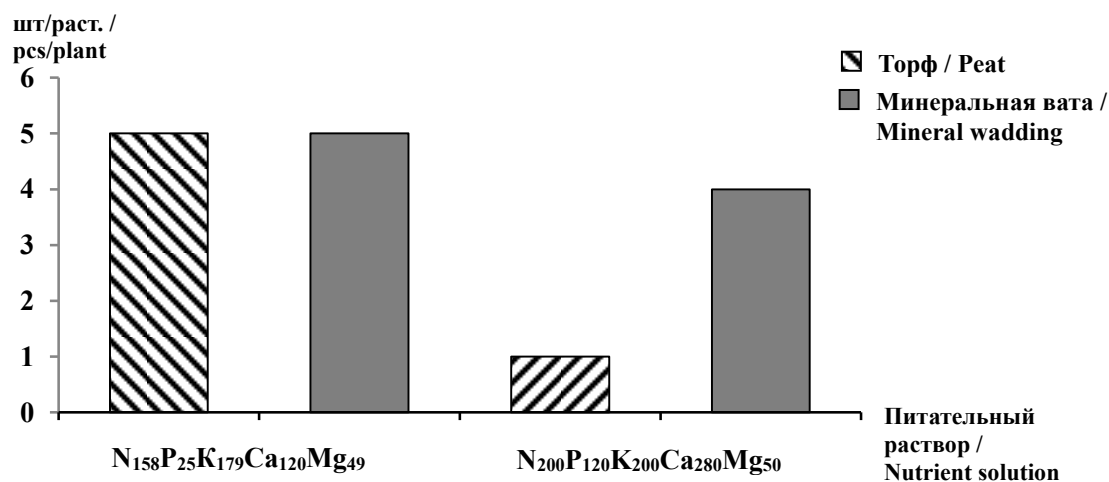


Рис. 3 – Влияние субстрата на количество бобов у сорта сои Сентябринка при выращивании на торфе и минеральной вате, шт/растение

Fig. 3 – Influence of the substrate on the number of beans of the Sentyabrinka soybean variety when grown on peat and mineral wadding, pcs/plant

Применение минеральной ваты с питательным раствором $N_{200}P_{120}K_{200}Ca_{280}Mg_{50}$ мг/л увеличило количество бобов у сои сорта Сентябринка на 3 шт/раст. по сравнению с выращиванием на торфе, а с использованием раствора $N_{158}P_{25}K_{179}Ca_{120}Mg_{49}$ мг/л этот показатель был одинаков для обоих субстратов.

Анализ используемых субстратов по продуктивности растений выявил преимущество субстрата из минеральной ваты. Масса

семян, сформированная растениями, была больше в варианте с минеральной ватой по сравнению с торфом при использовании обоих питательных растворов (рис. 4). В случае с выращиванием растений на растворе $N_{158}P_{25}K_{179}Ca_{120}Mg_{49}$ мг/л этот показатель был выше на 0,10 г/раст. (12,8 %), а на растворе $N_{200}P_{120}K_{200}Ca_{280}Mg_{50}$ мг/л – на 0,30 г/раст. (63,8 %) для субстратов из минеральной ваты по сравнению с торфом при $HCp_{0,5} = 0,10$ г/раст.

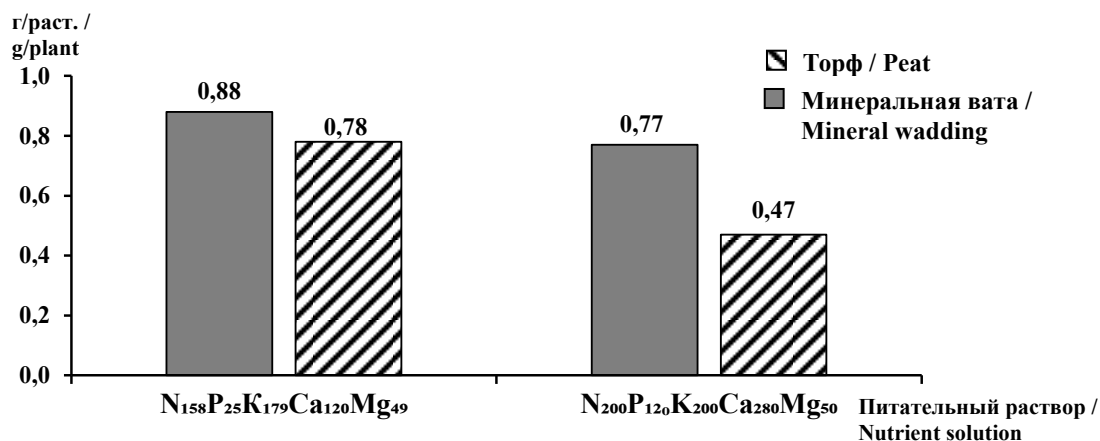


Рис. 4. Масса семян сои сорта Сентябринка при выращивании на минеральной вате и торфе в зависимости от состава элементов питания в растворе, г/растение /

Fig. 4. The mass of soybean seeds of the Sentyabrinka variety, when grown on mineral wadding and peat, depending on the composition of the nutrients in the solution, g/plant

Таким образом, семенная продуктивность растений сои сорта Сентябринка показала лучшие результаты при выращивании растений на минеральной вате с использованием раствора $N_{158}P_{25}K_{179}Ca_{120}Mg_{49}$. Vegetационный период растений при этом составил 87 дней, а питательный раствор с содержанием элементов $N_{200}P_{120}K_{200}Ca_{280}Mg_{50}$ мг/л увеличил продолжительность периода до 90 дней.

Заключение. Для скороспелого сорта сои Сентябринка при выращивании на гидропонной установке ПГС 2-3 с продолжительностью светового дня 14 часов и освещенностью 19 тыс. люкс определен оптимальный

субстрат из минеральной ваты и питательный раствор $N_{158}P_{25}K_{179}Ca_{120}Mg_{49}$ мг/л при соотношении элементов питания – 1,0:0,16:1,13:0,76:0,31, что обеспечило период вегетации сои до созревания бобов за 87 дней и продуктивность семян с растения 0,88 г. Создание этих условий способствовало формированию полноценных семян, масса которых была больше на 14,3 % по сравнению с применением раствора $N_{200}P_{120}K_{200}Ca_{280}Mg_{50}$ мг/л. Использование торфяных горшочков в качестве субстрата было менее эффективно по сравнению с кубиками из минеральной ваты.

Список литературы

1. Ващенко А. П., Мудрик Н. В., Фисенко П. П., Дега Л. А., Чайка Н. В., Капустин Ю. С. Соя на Дальнем Востоке. Владивосток: Изд-во Дальнаука, 2010. 435 с.
2. Юст Н. А., Шелковкина Н. С. Влияние орошения на развитие сои в условиях Приамурья. Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2017;(1(25)):50-65. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28356352> EDN: XWNORF
3. Сотторов О. А., Каххоров А. О., Ачилов Ф. С. Общее потребление воды сортов сои и расход воды на единицу урожая. World science: problems and innovations: сб. статей XXXVI Международ. научно-практ. конф. Пенза: Изд-во "Наука и Просвещение" (ИП Гуляев Г. Ю.), 2019. С. 55-57. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41225799> EDN: EGAWJX
4. Ковшик И. Г., Науменко А. В. Климатические и погодные условия юга Амурской области и их влияние на урожайность сои. Дальневосточный аграрный вестник. 2015;(4(36)):8-13. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25808988> EDN: VSUFTV
5. Куст Г. С., Розов С. Ю., Кутузова Н. Д., Болышева Т. Н., Стома Г. В., Макаров И. Б., Цейц М. А., Девин Б. А., Андреева О. В., Марчук Е. В. Почвенно-экологические и агротехнологические особенности выращивания сои на черноземах в Краснодарском крае. Доклады по экологическому почвоведению. 2008;2(9):15-27. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=13022511> EDN: KYZGSB
6. Ануфриева И. В. Гидропоника как перспективный способ культивирования и ускорения процесса создания сортов сои. Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. 2019;(3(205)):69-72. DOI: <https://doi.org/10.25808/08697698.2019.205.3.012> EDN: IFSQPZ
7. Сихарулидзе Т. Д., Храмой В. К. Структура урожая и урожайность сои в зависимости от уровней минерального питания в условиях Центрального Нечерноземья. Плодородие. 2012;3(66):9-10. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17773492> EDN: OYYJML
8. Наумченко Е. Т., Ковшик И. Г. Влияние погодных условий и минерального питания на продуктивность сои. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2014;(12):20-25. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22619251> EDN: TAZKHX

9. Энеев М. Д. Эффективность препаратов листовой подкормки сои на разных фонах минерального питания. Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2021;(1(99)):64-69.

DOI: <https://doi.org/10.35330/1991-6639-2021-1-99-64-69> EDN: CEBBUG

10. Николаева В. Т. Некорневые подкормки сои жидкими комплексными удобрениями. Научно-технический бюллетень СО ВАСХНИЛ. 1980;(21):12-18.

11. Fehr W. R., Caviness C. E., Burmood D. T., Pennington J. S. Stages of development descriptions for soybeans, *Glycine max.* (L) Merrill. Crop Science. 1971;11(6):929-930.

DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci1971.0011183X001100060051x>

References

1. Vashchenko A. P., Mudrik N. V., Fisenko P. P., Dega L. A., Chayka N. V., Kapustin Yu. S. Soy in the Far East. Vladivostok: *Izd-vo Dal'nauka*, 2010. 435 p.

2. Yust N. A., Shelkovkina N. S. Effect of irrigation on the soybean development in the Amur river region. *Nauchnyy zhurnal Rossiyskogo NII problem melioratsii* = Scientific Journal of Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems. 2017;(1(25)):50-65. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28356352>

3. Sottorov O. A., Kakhkhorov A. O., Achilov F. S. Total water consumption of soybean varieties and water consumption per yield unit. World science: problems and innovations: collection of articles. The 36th International scientific and practical conf. Penza: *Izd-vo "Nauka i Prosveshchenie" (IP Gulyaev G. Yu.)*, 2019. С. 55-57.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41225799>

4. Kovshik I. G., Naumenko A. V. Climatic and weather conditions of the southern part of the Amur region and their influence on the soy crop yield. *Dal'nevostochnyy agrarnyy vestnik* = Far Eastern Agrarian Herald. 2015;(4(36)):8-13. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25808988>

5. Kust G. S., Rozov S. Yu., Kutuzova N. D., Bolysheva T. N., Stoma G. V., Makarov I. B., Tseyts M. A., Devin B. A., Andreeva O. V., Mar-chuk E. V. Soil, ecological and agro technological aspects of soya bean growing on the chernozem soils in the Kuban region (nothern caucasus). *Doklady po ekologicheskomu pochvovedeniyu*. 2008;2(9):15-27. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=13022511>

6. Anufrieva I. V. Hydroponics as a promising way of cultivating and speeding up the process of creating soybean varieties. *Vestnik Dal'nevostochnogo otdeleniya Rossiyskoy akademii nauk* = Vestnik of Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences. 2019;(3(205)):69-72. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.25808/08697698.2019.205.3.012>

7. Sikharulidze T. D., Khramov V. K. The yield structure and yielding capacity of soybean depending on mineral nutrition level in the central nonchernozemic zone. *Plodorodie*. 2012;3(66):9-10. (In Russ.).

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17773492>

8. Naumchenko E. T., Kovshik I. G. The effect of weather conditions and mineral nutrition on soybean productivity. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Bulletin of Altai State Agricultural University. 2014;(12):20-25. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22619251>

9. Eneev M. D. Efficiency of soybean leaf fertilizing preparations on different backgrounds of mineral feeding. *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo tsentra RAN*. 2021;(1(99)):64-69. (In Russ.).

DOI: <https://doi.org/10.35330/1991-6639-2021-1-99-64-69>

10. Nikolaeva V. T. Foliar top dressing of soybeans with liquid complex fertilizers. *Nauchno-tehnicheskii byulleten' SO VASKhNIL*. 1980;(21):12-18. (In Russ.).

11. Fehr W. R., Caviness C. E., Burmood D. T., Pennington J. S. Stages of development descriptions for soybeans, *Glycine max.* (L) Merrill. Crop Science. 1971;11(6):929-930. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci1971.0011183X001100060051x>

Сведения об авторах

✉ **Синеговская Валентина Тимофеевна**, доктор с.-х. наук, профессор, академик РАН, главный научный сотрудник, ФГБНУ Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт сои», Игнатьевское шоссе, д. 19, г. Благовещенск, Российская Федерация, 625027, e-mail: info@vniisoi.ru,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9048-3119>, e-mail: valsin09@gmail.com

Синеговский Михаил Олегович, кандидат экон. наук, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт сои», Игнатьевское шоссе, д. 19, г. Благовещенск, Российская Федерация, 625027, e-mail: info@vniisoi.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3045-7258>

Information about the authors

✉ **Valentina T. Sinegovskaya**, DSc in Agricultural Science, professor, academician of RAS, senior researcher, the Laboratory of Plants Physiology and Biochemistry, Federal Research Center All-Russian Scientific Research Institute of Soybeans, Ignatievskoe shosse, 19, Blagoveshchensk, Russian Federation, 675025, e-mail: info@vniisoi.ru,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9048-3119>, e-mail: valsin09@gmail.com

Mikhail O. Sinegovskii, PhD in Economics, leading researcher, Federal Research Center All-Russian Scientific Research Institute of Soybeans, Ignatievskoe shosse, 19, Blagoveshchensk, Russian Federation, 625027, e-mail: info@vniisoi.ru,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3045-7258>

✉ – Для контактов / Corresponding author